

Sertifikat



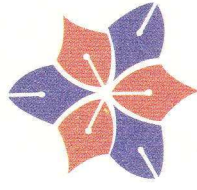
Diberikan kepada :

Fachri Faisal

atas partisipasinya sebagai

Pemakalah

pada Seminar dan Rapat Tahunan (SEMIRATA) ke - 20
Badan Kerjasama PTN Wilayah Barat Bidang Ilmu MIPA
di Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah
Jakarta, 9 - 10 Juli 2007



BKS PTN BARAT
Bidang Ilmu MIPA



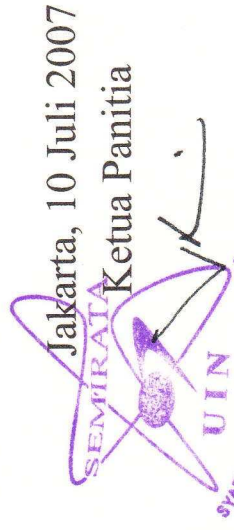
Koordinator Bidang Ilmu MIPA

~~BKS PTN Wilayah Barat~~



Prof. Dr. Ir. Sugeng P. Harianto, M.S.

NIP. 131 129 059



Jakarta, 10 Juli 2007

Ketua Panitia

Suherman, M.Si

PROSIDING BIDANG MATEMATIKA SEMINAR DAN RAPAT TAHUNAN 2007

BADAN KERJASAMA PERGURUAN TINGGI NEGERI DI INDONESIA
BIDANG MIPA

“MENINGKATKAN PERAN MIPA DALAM
PENYEDIAAN DAN PENGEMBANGAN
ENERGI ALTERNATIF DI INDONESIA”

9 – 10 Juli 2007



Science Tech

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SYARIF HIDAYATULLAH JAKARTA





PELAKSANA KEGIATAN

Penanggung Jawab : Prof. Dr. Komarudin Hidayat
(Rektor UIN Syarif Hidayatullah Jakarta)
Dr. Syopiansyah Jaya Putra, M.Sis
(Dekan FST UIN Syarif Hidayatullah Jakarta)

Penasehat : Prof. Dr. Ir. Sugeng P. Harianto, MS
(Koord. BKS PTN Wilayah Barat bidang MIPA)
Prof. Dr. Jamhari Ma'ruf
Prof. Dr. Amsal Bakhtiar, MA
Prof. Dr. H.A Thib Raya, MA
Dr. H. Sudarnoto, MH
Prof. Dr. Suasgoro (Ketua MIPA-Net)
Prof. Dr. Margono Slamet
(Ketua Forum HEDS)
Prof. Dr. Dede Rosyada, MA
(Dekan Tarbiyah UIN Syarif Hidayatullah)

Steering Commite

Ketua : Dr. Mirzan T. Razzak, M.Eng, APU
Wakil : 1. Dr. Suharno, MS
(Sekretaris koord.BKS PTN wilayah Barat bidang MIPA)
2. Prof. Dr. Wahyudi Priyo Suwarso
3. Prof. Dr. Budi Santoso
4. Prof. Dr. Suparman
5. Prof. Dr. Nadirman Haska, M.Sc, APU
6. Dr. Agus Salim, M.Si
7. Dr. Thamzil Laz, M.Sc

Organizing Comite

Ketua : Suherman, M.Si
Wakil : Ambran Hartono, M.Si
Sekretaris : Tati Zera, M.Si
Wakil Sekretaris : Nurhasni, M.Si
Bendahara : Suhendra, SE
Wakil Bendahara : Isalmi Aziz, MT

Koordinator

Seksi Acara : Dra. Nani Radiastuti, M.Si
Hendrawati, M.Si
Fahma Wijayanti, M.Si

Seksi Ilmiah dan seminar

Bidang Matematika : Nina Fitriati, M.Si
Summa'inna, M.Si
Bidang Fisika : Siti Ahmiatri, M.Si
Nur Aida, M.Si

- Bidang Kimia : Anna Muawanah, M.Si
Sri Yadihal Chalid, M.Si
Bidang Biologi : Mega Ratnasari Pikoli, M.Si
Dasumiati, M.Si
Priyanti, M.Si
Bidang Farmasi : Azriyanti, Apt, M.Si
Bidang FKIP : Sandra Hermanto, M.Si.

Koordinator Rapat Jurusan

- Bidang Matematika: Nur Inayah, M.Si
Bidang Fisika : Sutrisno, M.Si
Bidang Kimia : Dede Sukandar, M.Si
Bidang Biologi : Dr. Lily Surraya Eka Putri.
Bidang Farmasi : Drs. M. Yanis, Apt, M.Si
Bidang PMIPA : Sandra Hermanto, M.Si

- Seksi rapat Dekan** : Ujang Maman, M.Si
Drs. Abd. Wadud

- Seksi konsumsi** : Badriah Humairah, S.Ag
Dra. Madinatul Musyarofah

- Kesekretariatan** : Siti Nurbayti, M.Si
Deni Zulfiana, M.Si
Narti Fitriana, M.Si

- Kordinator sponsor** : Ir. Mudatsir, MA
Arif Cahyono, M.Si

- Seksi Perlengkapan** : Drs. Sainih
Abdul Khoir
A. Fauzi
Khairul Anwar
Hasan Mustofa

- Seksi Pameran** : Ahmad Tjahya, M.Si

- Seksi Humas** : Farid, S.Si
Wawan

- Seksi Dokumentasi** : Muksin
Sukmo

- Seksi Transportasi** : Bambang, S.Si
Rubilal

- Keamanan** : Nanang Afrizal
Fadlu Alimi
Nur Fajri

Fadlu Alimi
Nur Fajri

SAMBUTAN KETUA PANITIA SEMIRATA 2007

السلام عليكم ورحمة الله تعالى وبركاته

Alhamdulillah Rabbil 'Alamin, hanya kata inilah yang pantas kami ucapkan sebagai ungkapan rasa syukur kami kepada Allah SWT atas terselenggaranya dengan baik Seminar dan Rapat Tahunan SEMIRATA 2007 Badan Kerja Sama Fakultas MIPA (SEMIRATA 2007 BKS MIPA) Perguruan Tinggi Negeri Wilayah Barat dapat diselenggarakan di kampus Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Ciputat, Jakarta. Seminar Hasil Penelitian dosen-dosen dilingkungan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) ini merupakan acara rutin tiap tahun sebagai ajang publikasi ilmiah yang tahun ini bertemakan : *" Meningkatkan peran MIPA dalam penyediaan dan pengembangan energi alternatif di Indonesia "*, dan dihadiri oleh kurang lebih 300 peserta.

Sebagai salah satu kegiatan pokok Tri Darma Perguruan Tinggi, Penelitian dan Publikasi ilmiah merupakan bagian penting bagi dunia akademis yang mempunyai penilaian tersendiri. Untuk itulah panitia berusaha untuk menerbitkan sebuah proseding Pertemuan ilmiah ini.

Terimakasih kami sampaikan kepada BKS MIPA Wilayah Barat, Pimpinan Universitas dan Fakultas Sain dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Ciputat, Jakarta yang telah memberikan kesempatan dan mendukung serta memberikan bantuan untuk terselenggaranya acara ini dengan baik. Terimakasih juga kami sampaikan pada tim sekretariat yang telah bekerja dengan baik dan cukup solid, serta semua pihak yang telah membantu demi terwujudnya proseding ini.

Semoga proseding ini dapat memberikan manfaat kepada berbagai pihak yang membutuhkan. Seiring dengan itu semoga Allah memberikan Berkah-NYA kepada kita semua. Amin.

Jakarta, Juli 2007
Ketua Panitia Pelaksana

SUHERMAN M.Si

REVIEWER DAN EDITOR

Ketua	: Dr. Mirzan T. Razzak, M.Eng, APU
Bidang Biologi	: Megga R. Pikoli, M.Si
Bidang Fisika	: Tati Zera, M.Si
Bidang Kimia	: Anna Muawanah, M. Si
Bidang Matematika	: Summa'inna, M. Si
Bidang PMIPA	: Sandra Hermanto, M. Si

MAKALAH BIDANG
MATEMATIKA

DAFTAR ISI

Pelaksana Kegiatan	ii
Sambutan Ketua Panitia Semirata 2007	iv
Sambutan Ketua BKS MIPA Wilayah Barat	v
Tim Reviewer dan Editor	vi
Daftar Isi	vii
Makalah Pembicara Kunci	u-1
Era Ekonomi Hidrogen dan Peran Serta Perguruan Tinggi Serta Lembaga Riset (Achiar Oemry- LIPI Puspitek Serpong)	

MAKALAH BIDANG MATEMATIKA

NO.	JUDUL DAN PEMAKALAH	HAL.
M1.	Ortogonal Polimomial Taraf Perlakuan Berjarak Tak Sama (Sigit Nugroho –UNIB)	m-1
M2.	Menentukan Jumlah Deret Kuasa dengan Koefisien Polinomial (Aziskhan dan Alfirman – UNRI)	m-11
M3	Fuzzy Metric Space and Fuzzy 2-Metric Space (Mashadi – UNRI)	m-17
M4.	Group Matriks Ortogonal (I Made Arnawa - UNAND)	m-24
M5.	Pemangkatan Matrik Leslsie (Syahrul Akbar - UNIB)	m-30
M6.	Graph Diagram Slinder dari Semigrup $[a, b, c a^2 b = b a^2, b^2 c = c b^2, a c^2 = c^2 a]$ (Rolan Pane dan Sri Gemawati - UNRI)	m-34
M7.	Kajian Aljabar dan Geometrik Analisis Procrustes (Irmeilyana – UNSRI)	m-41
M8.	Derivatife dan Output Feedback pada Sistem Deskriptor tanpa sifat terkontrol di tak hingga (Ihda Hasbiyati – UNRI)	m-47
M9.	Metode Branch and Cut untuk Mencari Solusi CVRP pada Pengangkutan Sampah di Kecamatan Ilir Timur I Palembang (Fitri Maya Puspita - UNSRI)	m-56
M10.	Model Prediksi Erosi dan Sedimentasi Yang Diakibatkan Gelombang di Pelabuhan (Studi Kasus Pelabuhan Labuan Banten) (Yadi Nurhayadi, Agus Salim, Nur Inayah - UIN)	m-63
M11.	Model Matematika Sistem Quickpass (Jose Rizal - UNIB)	m-73

M12.	Perbandingan Product-Limit Estimator dan Nelson –Aalen Estimator dalam Mengestimasi Fungsi Survival Penderita Diabetes Melitus (Yulia Resti –UNSR)	m-80
M13.	Perhitungan Exposure untuk Membentuk Tabel Mortalita (Indrawati - UNSRI)	m-87
M14.	Analisa Model Matematika Epidemi (Agusni –UNRI)	m-93
M15.	Bilangan Bernauli dan Aplikasinya dalam Peluang Keutan Ulang Tahun (Mahdhivan Syafwan – UNAND)	m-101
M16.	Algoritma Perkalian Dua Bilangan Integer Berdigit Besar dengan Menggunakan Larik Dua Dimensi (La Zakaria- UNILA)	m-108
M17.	Sifat Locally Small Riemann Sums Fungsi-fungsi Terintegral Henstock – Kurzweil Dari Ruang Euclide R^n ke Ruang Euclide R^m . Suherman – UIN Syahid	m-114
M18.	Penyelesaian Pemrograman Linier Fungsi Objektif melalui Penyelesaian Masalah Permainan Dua Orang Berjumlah Nol. (Endang Lily – UNRI)	m-120
M19.	Analisa Matematika Untuk Menentukan Persamaan Persediaan Optimum serta eksistensinya (Tumpal P Nababan-UNRI)	m-128
M20.	Beberapa Modifikasi Metoda Newton Raphson untuk Menyelesaikan Akar Ganda (Supriyadi Putra – UNRI)	m-136
M21.	A Note on Residual Deviance Distribution for Ordinal Logistic Regression (Arisman Adnan – UNRI)	m-143
M22.	Encoding The Degree Constrained Tree Problem (Wamiliana – UNILA)	m-147
M23.	A Rotary Heuristic for Multisource Weber Problem (M.D.H.Gamal dan Eramadani – UNRI) .	m-153
M24.	Bagan Kendali Montgomery dan Djauhari untuk pengawasan Variabilitas Proses Multivariat (Fachri Faisal – UNIB)	m-163
M25.	Algoritma Perhitungan Partisi Nilai Fungsi Tangga Pada Selang Tertutup $[b_0, b_1]$ (Machudor Yusman – UNILA)	m-170
M26.	Menentukan Momen Pertama Variable Lagged Melalui Operator Lag (Haposan Sirait dan Asmara Karma – UNRI)	m-177
M27.	Penentuan Rating Kota Berdasarkan Nilai Infrastruktur di Wilayah Sumatera Utara (Iryanto - USU)	m-180
M28.	Penyelesaian Multi Travelling Salesman Problem dengan Metode Branch and Bound (Budi Rudianto – UNAND)	m-188
M29.	Menanggulangi Confounding Dalam Pemakaian Pil KB dan Efek Sampingnya (Buyung Kareman-UNIB)	m-198
M30.	Aplikasi Teori Graph Untuk Pengujian Perangkat Lunak (Jaidan Jauhari - UNSRI)	m-205
M31.	Implementasi Algoritma Filter Derivative Dalam Segmentasi Citra Pada Bahasa Matlab (Yulian Fauzi dan Zulfia Memi Mayasari – UNIB)	m-208

(M24)

BAGAN KENDALI MONTGOMERY DAN DJAUHARI UNTUK PENGAWASAN VARIABILITAS PROSES MULTIVARIAT

Fachri Faisal

Jurusan Matematika, FMIPA UNIB

ABSTRAK

Tulisan ini membahas tentang bagan kendali yang merupakan salah satu alat yang sangat penting dalam pengendalian proses secara statistik, yaitu bagan kendali Montgomery dan Djauhari. Bagan kendali Montgomery merupakan bagan kendali yang bias sedangkan bagan kendali Djauhari merupakan bagan kendali yang tak bias. Kinerja dari keduanya akan dibandingkan untuk melihat bagan kendali yang manakah yang lebih sensitif terhadap adanya sinyal out of control. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bagan kendali Djauhari lebih sensitif terhadap sinyal out of control dibandingkan bagan kendali Montgomery.

Kata Kunci: bagan kendali Montgomery, bagan kendali Djauhari, sinyal out of control

PENDAHULUAN

Produk yang memiliki mutu baik merupakan implikasi logis dari proses produksi yang baik. Dewasa ini kualitas produk sering ditentukan oleh lebih dari satu karakteristik mutu yang saling berkorelasi. Pengawasan proses produksi yang dilakukan secara univariat pada tiap karakteristik mutu produk ini dapat memberikan kesimpulan yang tidak tepat. Melalui bagan kendali multivariat proses tersebut dapat dikontrol secara efektif sekaligus dapat menentukan apakah proses produksi perlu dihentikan atau dilanjutkan [1]. Dalam pengawasan variabilitas multivariat telah dikenal bagan kendali Montgomery [6]. Namun penaksir-penaksir yang digunakan Montgomery dalam membentuk batas-batas kendali merupakan penaksir yang bias. Djauhari memperkenalkan bagan kendali yang batas-batasnya dibangun menggunakan penaksir-penaksir yang tak bias [3],[4]. Oleh karena itu, bagan kendali yang dipakai harus merupakan bagan kendali yang baik dan pada akhirnya akan memberikan kesimpulan yang lebih tepat. Adapun tujuan dari tulisan ini adalah membuktikan apa yang disimpulkan [3] dan membandingkan kinerja bagan kendali Montgomery dan Djauhari dengan menyelesaikan suatu kasus yang sama dengan menggunakan kedua jenis bagan kendali tersebut.

Distribusi Sampel Generalized Variance [2], [7]

Misalkan $\bar{X}_1, \bar{X}_2, \dots, \bar{X}_N$ adalah sampel acak berukuran N dari $\bar{X} \sim N_p(\bar{\mu}, \Sigma)$ dengan Σ simetri dan definit positif. Σ ditaksir oleh matriks kovariansi sampel S yang didefinisikan:

$$S = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (\bar{X}_i - \bar{\bar{X}})(\bar{X}_i - \bar{\bar{X}})' \quad (1)$$

dimana $\bar{\bar{X}}$ adalah vektor rata-rata sampel yaitu $\bar{\bar{X}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \bar{X}_i$. Sebaran vektor acak \bar{X} dapat dinyatakan oleh $|\Sigma|$, yaitu determinan dari Σ . $|\Sigma|$ ditaksir oleh determinan matriks kovariansi sampel, yaitu $|S|$.

Bagan Kendali Bias dan Bagan Kendali Takbias

Misalkan terdapat m -sampel multivariat yang akan digunakan untuk membuat bagan kendali dan masing-masing sampel berukuran n dan matriks kovariansi dari sampel ke- k dinyatakan sebagai $S_k, k = 1, 2, \dots, m$.

sampel - 1				sampel - 2				...	sampel - m			
X_{11}^1	X_{12}^1	...	X_{1p}^1	X_{11}^2	X_{12}^2	...	X_{1p}^2		X_{11}^m	X_{12}^m	...	X_{1p}^m
X_{21}^1	X_{22}^1	...	X_{2p}^1	X_{21}^2	X_{22}^2	...	X_{2p}^2	...	X_{21}^m	X_{22}^m	...	X_{2p}^m
\vdots	\vdots		\vdots	\vdots	\vdots		\vdots		\vdots	\vdots		\vdots
X_{n1}^1	X_{n2}^1	...	X_{np}^1	X_{n1}^2	X_{n2}^2	...	X_{np}^2	...	X_{n1}^m	X_{n2}^m	...	X_{np}^m
\downarrow	\downarrow		\downarrow	\downarrow	\downarrow		\downarrow		\downarrow	\downarrow		\downarrow
\bar{X}_1^1	\bar{X}_2^1	...	\bar{X}_p^1	\bar{X}_1^2	\bar{X}_2^2	...	\bar{X}_p^2	...	\bar{X}_1^m	\bar{X}_2^m	...	\bar{X}_p^m
$\bar{\bar{X}}_1, S_1$				$\bar{\bar{X}}_2, S_2$					$\bar{\bar{X}}_m, S_m$			

Gambar 1. Data Multivariat sebanyak m subgrup

Batas-batas bagan kendali bagi Variabilitas Proses Multivariat (MPV) secara umum adalah : $UCL = \mu + 3\sigma$, $CL = \mu$ dan $LCL = \mu - 3\sigma$, dimana μ adalah nilai ekspektasi dan σ adalah variansi dari *sample generalized variance*. Koefisien 3 pada UCL dan LCL mengindikasikan bahwa diantara sejuta produk yang dihasilkan, maksimal hanya 2700 produk yang diperbolehkan berada di luar batas kendali tersebut. Dalam praktek, μ dan σ ditaksir.

$$\text{Bila } S \text{ adalah rata-rata dari } S_k, k = 1, 2, \dots, m \text{ yaitu } S = \begin{bmatrix} \bar{S}_1^2 & \bar{S}_{12} & \dots & \bar{S}_{1p} \\ & \bar{S}_2^2 & \dots & \bar{S}_{2p} \\ & & \ddots & \vdots \\ & & & \bar{S}_p^2 \end{bmatrix} \text{ dan } |S|$$

adalah determinan dari S , maka menurut [4] μ ditaksir oleh $|S|$ dan σ ditaksir oleh $\frac{|S|}{b_1} \sqrt{b_2}$,

dimana $b_1 = \frac{1}{(N-1)^p} \prod_{i=1}^p (N-i)$ dan

$b_2 = \frac{1}{(N-1)^{2p}} \prod_{i=1}^p (N-i) \left(\prod_{j=1}^p ((N-j)+2) - \prod_{j=1}^p (N-j) \right)$, sehingga batas kendali yang

diberikan adalah :

$$UCL = \frac{|S|}{b_1} (b_1 + 3\sqrt{b_2}), \quad CL = |S|, \quad LCL = \frac{|S|}{b_1} (b_1 - 3\sqrt{b_2}) \quad (2)$$

Bagan kendali yang dibuat dengan batas-batas ini dinamakan bagan kendali bias atau bagan kendali Montgomery. Variabilitas proses dikontrol dengan memplot $|S_k|$, LCL dibuat 0 jika hasil perhitungannya memberikan $LCL < 0$ atau jika $b_1 < 3\sqrt{b_2}$.

Menurut [6], $E(|S|) = b_1|\Sigma|$ dan $Var(|S|) = b_2(|\Sigma|)^2$, tetapi menurut [3],[4] penaksiran ini bersifat bias sehingga batas-batas kendali yang diberikan oleh [6] akan memberikan bagan kendali yang bias.

Menurut [3],[4], penaksir tak bias untuk $|S|$ adalah $\frac{|S|}{b_3}$, dimana

$$b_3 = \frac{1}{(m(N-1))^p} \prod_{i=1}^p (m(N-1) - i + 1). \text{ Sedangkan } Var(|S|) = b_4(|\Sigma|)^2, \text{ dimana}$$

$$b_4 = \frac{1}{(m(N-1))^{2p}} \prod_{i=1}^p (m(N-1) - i + 1) \left(\prod_{j=1}^p (m(N-1) - j + 3) - \prod_{j=1}^p (m(N-1) - j + 1) \right)$$

Berdasarkan alasan di atas, diperoleh batas-batas kendali untuk membuat bagan kendali tak bias atau bagan kendali Djauhari yaitu :

$$UCL = |S| \left(\frac{b_1}{b_3} + 3 \sqrt{\frac{b_2}{(b_4 + b_3^2)}} \right); CL = b_1 \frac{|S|}{b_3}; LCL = |S| \left(\frac{b_1}{b_3} - 3 \sqrt{\frac{b_2}{(b_4 + b_3^2)}} \right). \quad (3)$$

Selanjutnya sama seperti pada bagan kendali standar, variabilitas proses dikontrol dengan memplot $det(S_k)$ dan LCL diambil 0 jika hasil perhitungan memberikan harga negatif.

BAHAN DAN METODE

Langkah-langkah yang ditempuh pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengawasan dengan Bagan Kendali Montgomery
2. Melakukan pengawasan dengan Bagan Kendali Djauhari
3. Menyelesaikan suatu kasus di atas dengan menggunakan Microsoft Excel yang cukup layak untuk mengimplementasikan bagan kendali .
4. Membandingkan kedua jenis bagan kendali tersebut serta membandingkan hasil yang diperoleh [3].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Contoh Kasus

Pada penelitian ini, data diperoleh dari [5], yaitu mengenai industri botol medis di Prancis yang merupakan suatu pabrik botol tempat obat yang terbuat dari polietilen. Pabrik tersebut ingin mengembangkan teknik baru dalam pembuatan botol. Untuk menjamin kepuasan kliennya, tentunya botol obat yang diproses melalui teknik baru tersebut harus diuji sehingga tidak dijumpai adanya kerusakan-kerusakan yang berarti, sehingga pabrik tersebut melakukan proses kontrol terhadap proses produksi botol obat tersebut.

Ada dua variabel yang akan diuji dalam hal ini, yaitu:

X_1 : diameter alas botol,

X_2 : diameter tutup botol.

Pengamatan dilakukan sebanyak 20 kali atau dengan perkataan lain terdapat 20 sampel dan masing-masing sampel tersebut berukuran 5.

Untuk melakukan pengawasan terhadap variabilitas proses pembuatan botol obat tersebut, akan dibuat bagan kendali yang dilakukan dengan memplot nilai-nilai $\det(S_k)$ atau nilai-nilai determinan tiap sampel.

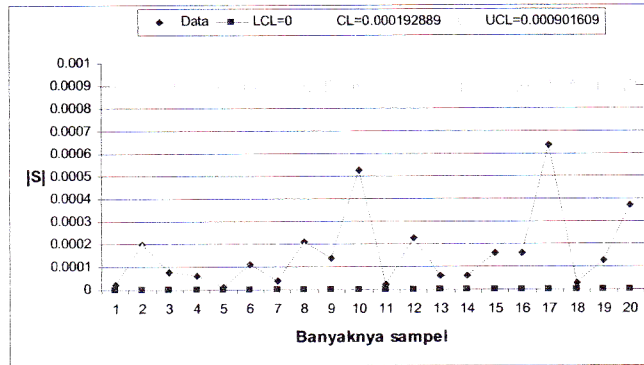
Pengawasan dengan Bagan Kendali Montgomery

Prosedur pada tahap ini adalah:

1. Dari ke-20 sampel dengan ukuran sampel 5 data bivariat, hitung matriks kovariansi dari setiap sampelnya $S_k = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^5 (\bar{X}_i^k - \bar{\bar{X}}_k)(\bar{X}_i^k - \bar{\bar{X}}_k)$, $k = 1, 2, \dots, 20$, beserta determinannya, $|S_k|$.
2. Tentukan matriks kovariansi rata-ratanya: $S = \frac{1}{20} \sum_{k=1}^{20} S_k$, lalu hitung determinan, $|S|$.
3. Tentukan b_1 dan b_2 dengan $N = 5$ dan $p = 2$
4. Tentukan UCL, CL dan LCL
5. Plot $|S_k|$.
6. Jika ada titik diluar batas kendali, data yang bersesuaian dibuang lalu diulangi prosedur (ii) hingga prosedur (vi). Jika semua titik yang diplot telah berada diantara kedua batas kendali, maka LCL, CL dan UCL akan memberikan taksiran bagi μ dan σ^2 .

Berdasarkan prosedur di atas diperoleh:

1. Matriks Kovariansi dan determinannya untuk sampel 1 sampai sampel 20, seperti tertera pada Lampiran 1,
2. $S = \begin{bmatrix} 0.02468033 & 0.020051263 \\ 0.020051263 & 0.024105925 \end{bmatrix}$ dan $|S| = 0.000192889$
3. $b_1 = \frac{1}{4^2} (4)(3) = 0.75$ dan $b_2 = \frac{1}{4^4} (4)(3)\{(6)(5) - (4)(3)\} = 0.84375$
4. $UCL = \frac{0.000192889}{0.75} (0.75 + 3\sqrt{0.84375}) = 0.000901609$,
 $CL = |S| = 0.000192889$,
 $LCL = \frac{0.000192889}{0.75} (0.75 - 3\sqrt{0.84375}) = -0.000515831 = 0$
5. Bagan kendali yang didapat adalah seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Start-up Stage; Bagan Kendali Montgomery

6. Pada Gambar 2. terlihat bahwa semua titik yang diplot berada di antara kedua batas kendali. Jadi sekarang telah terdapat bagan kendali yang siap dipakai dalam pengawasan variabilitas proses, yaitu bagan kendali Montgomery dengan batas-batas kendali seperti poin (iv).

Perhatikan bahwa berdasarkan cara [6], pada plot nilai-nilai $\det(S_k)$ tidak mendapatkan data yang berada di luar batas-batas kendali atau tidak ada sinyal out of control. Oleh karena itu, selanjutnya akan dibandingkan dengan cara [3] untuk melihat bagan kendali mana yang lebih baik dalam mendeteksi adanya sinyal out of control (ooc).

Pengawasan dengan Bagan Kendali Djauhari

Prosedur pada tahap ini adalah:

Untuk prosedur 1 – 3 sama seperti pengawasan dengan bagan kendali Montgomery ditambah menghitung nilai b_3 dan b_4 dengan $m = 20$, $N = 5$ dan $p = 2$.

1. Tentukan UCL, CL dan LCL
2. Plot $|S_i|$.
3. Jika ada titik diluar batas kendali, data yang bersesuaian dibuang lalu diulangi prosedur (ii) hingga prosedur (vi). Jika semua titik yang diplot telah berada diantara kedua batas kendali, maka LCL, CL dan UCL akan memberikan taksiran bagi μ dan σ^2 .

Berdasarkan prosedur di atas diperoleh:

1. Matriks kovariansi dan determinannya dari sampel 1 sampai sampel 20, seperti tertera pada Lampiran 1.

$$2. S = \begin{bmatrix} 0.02468033 & 0.020051263 \\ 0.020051263 & 0.024105925 \end{bmatrix} \text{ dan } |S| = 0.000192889$$

$$b_1 = \frac{1}{4^2}(4)(3) = 0.75, b_2 = \frac{1}{4^4}(4)(3)((6)(5) - (4)(3)) = 0.84375,$$

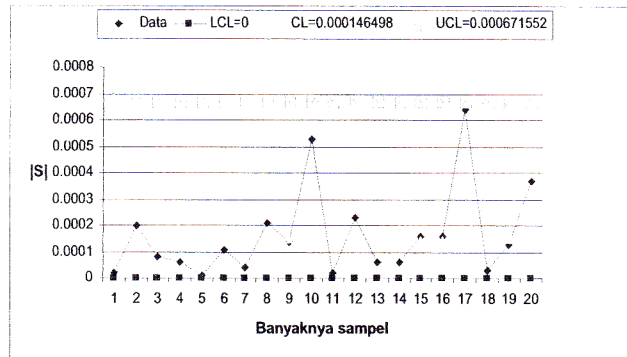
$$3. b_3 = \frac{1}{(80)^2}(80)(79) = 0.9875; b_4 = \frac{1}{(80)^4}(80)(79)((82)(81) - (80)(79)) = 0.0497$$

$$4. UCL = 0.000192889 \left(\frac{0.75}{0.9875} + 3 \sqrt{\frac{0.84375}{0.9875^2 + 0.0497}} \right) = 0.000671552,$$

$$CL = \frac{(0.75)(0.000192889)}{0.9875} = 0.000146498 \text{ dan}$$

$$LCL = 0.000192889 \left(\frac{0.75}{0.9875} - 3 \sqrt{\frac{0.84375}{0.9875^2 + 0.0497}} \right) = -0.000378556 = 0$$

5. Bagan kendali yang diperoleh seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Start-up Stage; Bagan Kendali Djauhari

6. Pada Gambar 3. terlihat bahwa semua titik yang diplot berada di antara kedua batas kendali. Jadi sekarang telah terdapat bagan kendali yang siap dipakai dalam pengawasan variabilitas proses, yaitu bagan kendali Djauhari dengan batas-batas kendali seperti poin (iv).

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pada hasil dan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa bagan kendali Djauhari mempunyai kemampuan yang lebih baik dalam mendeteksi sinyal *out of control* (ooc) dibandingkan bagan kendali Montgomery. Disamping itu pula apa yang disimpulkan oleh [3] yaitu pada bagan kendali Montgomery terdapat satu sinyal ooc dan tiga sinyal ooc pada bagan kendali Djauhari tidak penulis temukan pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhitia, A. (2003). *Kajian Simulasi Arl Bagan Kendali Montgomery Dan Bagan Kendali Djauhari Untuk Variabilitas Proses Multivariat*, Tugas Akhir. Departemen Matematika ITB.
- Anderson, T.W.(1984). *An Introduction to Multivariate Statistical Analysis*, John Wiley & Sons, New York.
- Djauhari, M.A. (2002). *Unbiased Control Chart for Monitoring MPV*, Newsletter, Premier Edition Vol.1, No.1.
- Djauhari, M.A. (2005). *Improved Monitoring of Multivariate Process Variability*, Journal of Quality Technology, VoL. 37, No. 1, pages 32-39.

Jaupi, L. (2002). *Controle de la Qualite*. Dunod, Paris.

Montgomery, D.C. (2001). *Introduction to Statistical Quality Control*, Fourth Edition. John Wiley & Sons, New York.

Seber, G.A.F. (1984). *Multivariate Observation*, John Wiley & Sons, New York.

Lampiran 1. Data Diameter Alas Botol dan Tutup Botol, Rata-rata, Variansi dan Kovariansi Sampel ke-*i*

No	Pengukuran Diameter Alas Botol, X_1						Pengukuran Diameter Tutup Botol, X_2						Variansi dan Kovariansi			
	X_{1R}	X_{1L}	X_{1M}	X_{1A}	X_{1K}	\bar{X}_{1i}	X_{2R}	X_{2L}	X_{2M}	X_{2A}	X_{2K}	\bar{X}_{2i}	S^2_{1R}	S^2_{1L}	S^2_{1K}	$ S_i $
1	26,965	27,031	27,043	27,184	27,176	27,0998	10,142	10,111	9,902	10,139	10,082	10,0988	0,0052567	0,0025397	-2,0055-05	0,00002
2	27,158	27,279	27,099	26,799	27,114	27,0698	10,122	10,319	9,972	9,822	9,987	10,0144	0,0314207	0,0348563	0,02995635	0,00002
3	26,845	27,139	27,115	27,125	27,127	27,0702	9,858	9,965	10,084	10,132	9,998	10,0374	0,0109212	0,0113998	0,0101134	0,00008
4	27,007	27,002	27,055	26,949	27,141	27,0320	9,907	10,120	10,11	9,905	10,341	10,0100	0,0102508	0,0100767	0,0120027	0,00005
5	27,048	27,03	26,886	26,792	26,902	26,9614	10,083	10,055	9,925	9,822	9,98	9,953	0,0102338	0,0128415	0,01162575	0,00001
6	26,807	27,221	26,989	27,084	26,918	27,0028	9,857	10,233	9,908	10,002	10,028	10,0296	0,0249797	0,0215073	0,0207634	0,00011
7	27,116	26,91	27,007	26,881	26,979	26,9586	9,982	9,864	10,054	9,912	9,998	9,956	0,0104598	0,004665	0,003015	0,00004
8	26,858	26,896	27,292	26,898	27,071	26,937	9,792	9,994	10,304	9,855	9,969	9,993	0,034191	0,0300557	0,03581475	0,00021
9	27,257	27,063	26,845	27,114	27,086	10,361	10,05	9,879	9,799	10,359	10,0296	10,0296	0,0405013	0,0467488	0,0418928	0,00014
10	27,171	27,257	26,796	26,884	27,148	27,0512	10,052	10,323	9,829	9,867	9,919	9,998	0,0367897	0,040125	0,03268475	0,00053
11	26,821	27,1	27,031	26,934	26,795	26,902	9,981	10,072	10,008	9,953	9,924	9,997	0,0173157	0,0032063	0,00622085	0,00002
12	26,784	27,159	27,062	27,19	27,145	27,038	9,675	10,133	10,125	10,019	10,119	10,021	0,0274465	0,039988	0,029182	0,00023
13	26,967	26,64	26,890	26,839	26,989	26,8416	9,932	9,741	9,895	9,927	10,314	9,922	0,0149418	0,010025	0,00974725	0,00006
14	27,2	27,121	26,944	27,177	27,056	27,0996	10,398	10,231	9,941	10,186	10,176	10,1304	0,0106603	0,0262843	0,01504095	0,00006
15	27,129	26,996	27,022	26,987	27,108	27,0564	10,276	9,99	10,173	9,786	10,006	10,0162	0,0069073	0,0363472	0,0351679	0,00016
16	26,998	27,179	27,32	27,037	26,973	27,0654	10,103	10,119	10,24	10,119	9,824	10,081	0,0263396	0,0238755	0,02311075	0,00016
17	27,012	26,881	26,887	27,132	27,235	26,9928	10,108	9,705	9,811	10,082	10,153	9,997	0,0478758	0,0369883	0,0349293	0,00084
18	27,060	27,283	27,066	26,994	26,982	27,0788	10,062	10,136	10,130	10,036	10,142	10,113	0,0146207	0,002844	0,004300	0,00002
19	27,216	27,166	26,900	27,027	27,1	27,1064	10,257	10,006	9,862	10,2	9,977	10,0384	0,0105513	0,0172063	0,0075438	0,00013
20	27,113	26,751	27,300	26,956	26,934	27,0714	10,339	9,697	10,187	9,986	10,000	10,0306	0,0762093	0,0567638	0,06208405	0,00037
						27,02523						10,00781	0,0246809	0,0241059	0,020051263	

Lampiran 2. Nilai-nilai $|S|$, LCL, CL dan UCL

Bagan kendali Montgomery					Bagan kendali Djauhari				
No	$ S $	LCL	CL	UCL	No	$ S $	LCL	CL	UCL
1	0,00002	0	0,000192889	0,000901609	1	0,00002	C	0,000146498	0,000671552
2	0,00002	0	0,000192889	0,000901609	2	0,00002	C	0,000146498	0,000671552
3	0,00000	0	0,000192009	0,000901609	3	0,00000	C	0,000146498	0,000671552
4	0,00006	0	0,000192889	0,000901609	4	0,00006	C	0,000146498	0,000671552
5	0,00001	0	0,000192889	0,000901609	5	0,00001	C	0,000146498	0,000671552
6	0,00011	0	0,000192889	0,000901609	6	0,00011	C	0,000146498	0,000671552
7	0,00004	0	0,000192889	0,000901609	7	0,00004	C	0,000146498	0,000671552
8	0,00021	0	0,000192889	0,000901609	8	0,00021	C	0,000146498	0,000671552
9	0,00014	0	0,000192889	0,000901609	9	0,00014	C	0,000146498	0,000671552
10	0,00053	0	0,000192889	0,000901609	10	0,00053	C	0,000146498	0,000671552
11	0,00002	0	0,000192009	0,000901609	11	0,00002	C	0,000146498	0,000671552
12	0,00023	0	0,000192889	0,000901609	12	0,00023	C	0,000146498	0,000671552
13	0,00006	0	0,000192889	0,000901609	13	0,00006	C	0,000146498	0,000671552
14	0,00006	0	0,000192889	0,000901609	14	0,00006	C	0,000146498	0,000671552
15	0,00016	0	0,000192889	0,000901609	15	0,00016	C	0,000146498	0,000671552
16	0,00016	0	0,000192889	0,000901609	16	0,00016	C	0,000146498	0,000671552
17	0,00064	0	0,000192889	0,000901609	17	0,00064	C	0,000146498	0,000671552
18	0,00003	0	0,000192889	0,000901609	18	0,00003	C	0,000146498	0,000671552
19	0,00013	0	0,000192009	0,000901609	19	0,00013	C	0,000146498	0,000671552
20	0,00037	0	0,000192889	0,000901609	20	0,00037	C	0,000146498	0,000671552